



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Tetsuhiro Iwai et al.  
Serial No.: 10/621,497  
Filed: July 17, 2003  
Title: "PLASMA PROCESSING APPARATUS AND  
PLASMA PROCESSING METHOD"  
Docket No.: 35908

LETTER

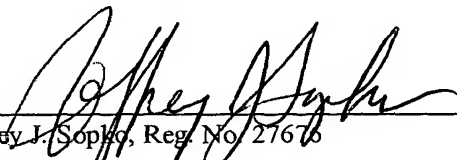
Commissioner of Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir/Madam:

Enclosed is a certified copy of Japan Patent Application No. 2002-209052, filed July 18, 2002; the priority of which has been claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

PEARNE & GORDON LLP

  
Jeffrey J. Sopko, Reg. No. 27676

526 Superior Avenue East  
Suite 1200  
Cleveland, Ohio 44114-1484  
(216) 579-1700

September 12, 2003

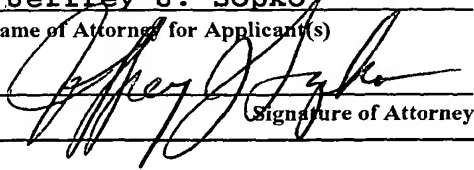
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner of Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Va. 22313-1450 on the date indicated below.

Jeffrey J. Sopko

Name of Attorney for Applicant(s)

09/12/2003

Date

  
Signature of Attorney

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    7 月 1 8 日  
Date of Application:

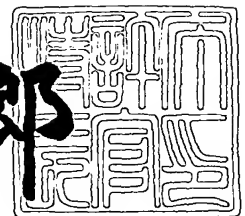
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 0 9 0 5 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 0 9 0 5 2 ]

出      願      人            松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 1 0 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太 田 信 一 郎



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 4 2 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 2913040391

【提出日】 平成14年 7月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 岩井 哲博

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 有田 潔

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103355

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

    【識別番号】 100109667

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に絶縁層を有する基板を処理室内に収容してこの基板の表面をプラズマ処理するプラズマ処理装置であって、導電体で形成され且つこの基板の外形よりも大形の上面を有する電極と、この電極を冷却する冷却手段と、前記基板を前記電極の上面に静電吸着によって保持するために前記電極に直流電圧を印加する直流電源部と、前記処理室内を減圧する減圧手段と、前記処理室内にプラズマ発生用のガスを供給するプラズマ発生用ガス供給部と、前記電極に高周波電圧を印加して前記処理室内にプラズマを発生させる高周波電源部を備え、前記電極の上面は、前記基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部とを有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記外形位置から前記境界線までの範囲において、電極の上面に保持された基板の絶縁層の外縁部と前記絶縁被覆層とが接触することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 前記絶縁被覆層の外縁部を環状に覆う絶縁部を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記絶縁被覆層が、前記電極の側面まで形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記絶縁被覆層がアルミナであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 処理室内に導電体で形成され且つプラズマ処理される基板の外形よりも大形の上面を有する電極を備え、この電極の上面に、前記基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部とを形成しておき、表面に絶縁層を有する基板をこの電極の上面に静電吸着によって保持した状態で且つこの電極を冷却しながらプラズ

マ処理を行うプラズマ処理方法であって、

前記基板の絶縁層の中央部および外縁部を、前記電極の上面中央部および上面周辺部の前記絶縁被覆層にそれぞれ接触させて載置し、主に前記絶縁層の中央部を静電吸着を行うための誘電体として利用してこの基板を前記上面中央部で静電吸着するとともに、前記絶縁層の外縁部を前記絶縁被覆層に密着させることによりプラズマと前記電極の中央部との間を絶縁することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 7】 前記基板が表面側に論理回路が形成された半導体基板であり、プラズマ処理によって半導体基板の裏面をエッチングすることを特徴とする請求項 6 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 8】 前記エッチングによって、機械加工により半導体基板の裏面に生成したマイクロクラックを除去することを特徴とする請求項 6 記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコンウェハなどの半導体基板のプラズマ処理を行うプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置に用いられるシリコンウェハの製造工程では、半導体装置の薄型化にともない基板の厚さを薄くするための薄化加工が行われる。この薄化加工は、シリコン基板の表面に回路パターンを形成した後に、回路形成面の裏面を機械研磨することによって行われ、研磨加工後には機械研磨によってシリコン基板の研磨面に生成されたダメージ層をエッチングにより除去することを目的として、プラズマ処理が行われる。

【0003】

このプラズマ処理に際しては、シリコンウェハは処理対象面（裏面）を上向きにした姿勢で保持する必要があるため、シリコンウェハは回路形成面側を基板載

置部の載置面に向けた姿勢で保持される。このとき、回路形成面には回路が直接載置面に接触してダメージを受けるのを防止する目的で保護テープが貼着される。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このようなシリコンウェハを保持する方法として、静電吸着による方法が知られている。この方法は、導電体の表面が薄い絶縁層で覆われた基板載置部にシリコンウェハを載置し、導電体に直流電圧を印加して基板載置部の表面を静電吸着面とし、シリコンウェハと絶縁層の下の導電体との間にクーロン力を作用させることによってシリコンウェハを基板載置部に保持するものである。

#### 【0005】

ところが、前述の保護テープが貼着された状態のシリコンウェハを静電吸着によって保持する場合には、クーロン力は絶縁層に加えて絶縁性の保護テープを介在させた状態で作用するため、保護テープを介さずに直接シリコンウェハを静電吸着面に密着させた場合と比較して静電吸着力が低く十分な保持力が得られない場合があった。

#### 【0006】

また、基板載置部の全面が絶縁層で覆われていることから、シリコンウェハを載置した状態においてシリコンウェハは基板載置部の導電体と直接接触せず、シリコンウェハから基板載置部への熱伝導率が低い。このためプラズマ処理時にシリコンウェハから効率よく熱を奪って冷却することが難しい。そして基板が過度に昇温すると、基板に貼着された保護テープが熱ダメージを受けるため、プラズマ処理条件の設定においては、基板載置部の基板冷却能力に制約されてプラズマ処理時の電源出力を低く設定せざるを得なかった。このように、絶縁層を有する半導体基板を処理対象とする場合には、十分な静電保持力を確保しながら冷却効率を向上させることが難しく、高エッチングレートのプラズマ処理を実現することが困難であった。

#### 【0007】

そこで本発明は、半導体基板を十分な静電保持力で保持するとともに、半導体

基板の冷却効率を向上させることができるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1記載のプラズマ処理装置は、表面に絶縁層を有する基板を処理室内に收容してこの基板の表面をプラズマ処理するプラズマ処理装置であって、導電体で形成され且つこの基板の外形よりも大形の上面を有する電極と、この電極を冷却する冷却手段と、前記基板を前記電極の上面に静電吸着によって保持するために前記電極に直流電圧を印加する直流電源部と、前記処理室内を減圧する減圧手段と、前記処理室内にプラズマ発生用のガスを供給するプラズマ発生用ガス供給部と、前記電極に高周波電圧を印加して前記処理室内にプラズマを発生させる高周波電源部を備え、前記電極の上面は、前記基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部とを有する。

#### 【0009】

請求項2記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置であって、前記外形位置から前記境界線までの範囲において、電極の上面に保持された基板の絶縁層の外縁部と前記絶縁被覆層とが接触する。

#### 【0010】

請求項3記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置であって、前記絶縁被覆層の外縁部を環状に覆う絶縁部を備えた。

#### 【0011】

請求項4記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置であって、前記絶縁被覆層が、前記電極の側面まで形成されている。

#### 【0012】

請求項5記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置であって、前記絶縁被覆層がアルミナである。

#### 【0013】



請求項6記載のプラズマ処理方法は、処理室内に導電体で形成され且つプラズマ処理される基板の外形よりも大形の上面を有する電極を備え、この電極の上面に、前記基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部とを形成しておき、表面に絶縁層を有する基板をこの電極の上面に静電吸着によって保持した状態で且つこの電極を冷却しながらプラズマ処理を行うプラズマ処理方法であって、

前記基板の絶縁層の中央部および外縁部を、前記電極の上面中央部および上面周辺部の前記絶縁被覆層にそれぞれ接触させて載置し、主に前記絶縁層の中央部を静電吸着を行うための誘電体として利用してこの基板を前記上面中央部で静電吸着するとともに、前記絶縁層の外縁部を前記絶縁被覆層に密着させることによりプラズマと前記電極の中央部との間を絶縁する。

#### 【0014】

請求項7記載のプラズマ処理方法は、請求項6記載のプラズマ処理方法であって、前記基板が表面側に論理回路が形成された半導体基板であり、プラズマ処理によって半導体基板の裏面をエッチングする。

#### 【0015】

請求項8記載のプラズマ処理方法は、請求項6記載のプラズマ処理方法であって、前記エッチングによって、機械加工により半導体基板の裏面に生成したマイクロクラックを除去する。

#### 【0016】

本発明によれば、基板を静電吸着によって保持する電極の上面を、基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部で構成することにより、半導体基板を十分な静電保持力で保持するとともに、基板を電極に密着させて基板の冷却効率を向上させることができる。

#### 【0017】

#### 【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の側断面図、図2は本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の第1電極の側断面図、図3、図4は本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の側断面図、図5は本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の平断面図、図6、図7は本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の部分断面図である。

#### 【0018】

まず図1を参照してプラズマ処理装置の構成について説明する。図1において、真空チャンバ1の内部はプラズマ処理を行う処理室2となっており、減圧下でプラズマを発生させるための密閉された処理空間が形成可能となっている。処理室2は円筒形状となっており（図6参照）、処理室2の内部には、第1電極3（電極）および第2電極4が上下に対向して配設されている。第1電極3および第2電極4はそれぞれ円筒形状であり、処理室2内において同心配置となっている。

#### 【0019】

第1電極3は、処理室2の底部を埋める形で装着された2層の絶縁体5A、5Bに周囲を取り囲まれ、処理室2の底の中央部に処理対象物を保持する上面を露呈させて固定された状態で配設されている。第1電極3はアルミニウムなどの導電体によって製作されており、円盤状の電極部3aから下方に支持部3bを延出させた形状となっている。そして支持部3bを絶縁部材5Cを介して真空チャンバ1に保持させることにより、電氣的に絶縁された状態で装着されている。

#### 【0020】

第2電極4は、第1電極3と同様にアルミニウムなどの導電体で製作されており、円盤状の電極部4aから上方に支持部4bを延出させた形状となっている。支持部4bは真空チャンバ1と電氣的に導通しており、昇降機構24（図3）によって昇降可能となっている。第2電極4が下降した状態では、処理室2内の処理空間は、第2電極4によって機能が異なる2つの空間に仕切られる。

#### 【0021】

すなわち、第2電極4の下方の第1電極3との間には放電空間2bが形成され、第2電極4の上方には真空チャンバ1の天井面との間に排気空間2aが形成さ

れる。放電空間 2 b は、第 1 電極 3 上に載置されたシリコンウェハ 6 を対象としてプラズマ処理を行うためのプラズマ放電を発生させる空間である。排気空間 2 a は、放電空間 2 b 内のガスを外部に排気するための空間である。

#### 【0022】

次に、図 1、図 2 を参照して、第 1 電極 3 の詳細構造について説明する。第 1 電極 3 の電極部 3 a の上面は、処理対象物の基板であるシリコンウェハ 6 を載置する載置面となっており、シリコンウェハ 6 の外形よりも大きい形状となっている。ここでシリコンウェハ 6 は、表面側に論理回路が形成された半導体基板であり、回路形成面の裏側を機械加工によって研磨された後に、この裏面を対象としてプラズマ処理によるエッチングが行われる。そしてこのエッチングによって、機械加工により半導体基板の裏面に生成したマイクロクラックを除去する。

#### 【0023】

図 2 に示すように、第 1 電極 3 の上面は、シリコンウェハ 6 を載置したときのシリコンウェハ 6 の外形位置 P 1 よりも所定幅 C だけ内側に位置する境界線 P 2 によって、内外 2 つの部分に分けられている。すなわち、境界線 P 2 から内側は、素材の導電体であるアルミニウムが上面に露呈した上面中央部 A となっており、境界線 P 2 から外側は、上面中央部 A を環状に取り囲んで設けられ導電体のアルミニウムが絶縁被覆層 3 f によって覆われた上面外周部 B となっている。ここで、所定幅 C は必ずしも全周にわたって等しい幅である必要はなく、位置によって異なってもよい。

#### 【0024】

絶縁被覆層 3 f は、アルミナなどのセラミックによって形成されており、第 1 電極 3 が真空チャンバ 1 内に装着された状態では、図 1 に示すように、絶縁被覆層 3 f の外縁部は部分的に絶縁体 5 A によって覆われる（図 6 も参照）。これにより、第 1 電極 3 の外縁部は放電空間 2 b 内に発生したプラズマから絶縁され、異常放電の発生が防止される。

#### 【0025】

図 2 に示すようにシリコンウェハ 6 の表面（図 2 において下面側）の回路形成面には保護テープ 6 a が貼着されており、プラズマ処理時には保護テープ 6 a を

第1電極3の上面3gに向け、機械研磨面を上向きにした状態で載置される。保護テープ6aは、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレートなどの絶縁体の樹脂を100 $\mu$ m程度の厚みの膜に形成した樹脂テープであり、粘着材によりシリコンウェハ6の回路形成面に貼着される。シリコンウェハ6に貼着された保護テープ6aは、回路形成面（表面）に形成された絶縁層となっており、後述するようにこの絶縁層はシリコンウェハ6を静電吸着する際の誘電体として機能する。

#### 【0026】

シリコンウェハ6を第1電極3に載置する際には、図2に示すように、シリコンウェハ6の保護テープ6aの中央部D、外縁部Eを、第1電極3の上面の上面中央部A、上面周辺部Bの絶縁被覆層3fに、それぞれ接触させて載置する。この状態では、外形位置P1から境界線P2までの範囲において、第1電極3の上面3gに保持されたシリコンウェハ6の保護テープ6aの外縁部Eと、絶縁被覆層3fとが重ね合わされて接触する。

#### 【0027】

シリコンウェハ6を静電吸着する際には、主に保護テープ6aの中央部Dを静電吸着を行うための誘電体として利用して、シリコンウェハ6を上面中央部Aで静電吸着する。このとき外縁部Eの範囲においても保護テープ6aおよび絶縁被覆層3fを介してわずかながら静電吸着力が作用し、これらの静電吸着力によって、保護テープ6aの外縁部Eは絶縁被覆層3fに密着する。

#### 【0028】

この密着状態では、第1電極3の上面において導電体が表面に露呈した上面中央部Aの外周端である境界線P2の位置は、シリコンウェハ6の外径寸法のばらつきや第1電極3上における載置位置にのばらつきに拘わらず、シリコンウェハ6によって覆われる。これにより、第1電極3の導電部は放電空間2b内のプラズマから確実に絶縁される。したがって、プラズマ放電中の第1電極3における異常放電を防止して、プラズマ処理装置の稼動状態を安定させることが可能となっている。

#### 【0029】

図2に示すように、第1電極3には上面に開口する吸着孔3eが多数設けられており、吸着孔3eは第1電極3の内部に設けられた吸引孔3cに連通している。吸引孔3cはガスライン切り換え開閉機構11を介して真空吸着ポンプ12に接続されており、ガスライン切り換え開閉機構11は、図1に示すようにチッソガスを供給するN<sub>2</sub>ガス供給部13及びヘリウムガスを供給するHeガス供給部14に接続されている。ガスライン切り換え開閉機構11を切り換えることにより、吸引孔3cを真空吸着ポンプ12、N<sub>2</sub>ガス供給部13及びHeガス供給部14に選択的に接続させることができる。

#### 【0030】

吸引孔3cが真空吸着ポンプ12と連通した状態で真空吸着ポンプ12を駆動することにより、吸着孔3eから真空吸引して第1電極3に載置されたシリコンウェハ6を真空吸着して保持する。したがって吸着孔3e、吸引孔3c、真空吸着ポンプ12は第1電極3の上面3gに開口した吸着孔3eから真空吸引することにより、シリコンウェハ6を真空吸着して保持する真空保持手段となっている。

#### 【0031】

また、吸引孔3cをN<sub>2</sub>ガス供給部13またはHeガス供給部14に接続させることにより、吸着孔3eからシリコンウェハ6の下面に対してチッソガスまたはヘリウムガスを供給することができるようになっている。後述するように、チッソガスはシリコンウェハ6を載置面3gから強制的に離脱させる目的のブロー用ガスであり、ヘリウムガスはプラズマ処理時にシリコンウェハの冷却を促進する目的で吸着孔3e内に充填される熱伝達用のガスである。

#### 【0032】

第1電極3には冷却用の冷媒流路3dが設けられており、冷媒流路3dは冷却機構10と接続されている。冷却機構10を駆動することにより、冷媒流路3d内を冷却水などの冷媒が循環し、これによりプラズマ処理時に発生した熱によって昇温した第1電極3や第1電極3上の保護テープ6aが冷却される。冷媒流路3dおよび冷却機構10は、第1電極3を冷却する冷却手段となっている。

#### 【0033】

処理室 2 の排気空間 2 a に連通して設けられた排気ポート 1 a には、バルブ開放機構 7 を介して真空排気部 8 が接続されており、バルブ開放機構 7 を開放状態にして真空排気部 8 を駆動することにより、真空チャンバ 1 の処理室 2 内部が真空排気され、処理室 2 内が減圧される。真空排気部 8 は、排気空間 2 a に形成された排気ポート 1 a より排気を行って処理室 2 内が減圧する減圧手段となっている。

#### 【0034】

第 1 電極 3 は、マッチング回路 1 6 を介して高周波電源部 1 7 に電氣的に接続されている。高周波電源部 1 7 を駆動することにより、接地部 1 9 に接地された真空チャンバ 1 と導通した第 2 電極 4 と第 1 電極 3 の間には高周波電圧が印加され、これにより処理室 2 内部でプラズマ放電が発生する。マッチング回路 1 6 は、処理室 2 内でプラズマを発生させるプラズマ放電回路と高周波電源部 1 7 のインピーダンスを整合させる。第 1 電極 3、第 2 電極 4 および高周波電源部 1 7 は、載置面に載置されたシリコンウェハ 6 をプラズマ処理するためのプラズマを発生するプラズマ発生手段となっている。

#### 【0035】

また第 1 電極 3 には、RF フィルタ 1 5 を介して静電吸着用 DC 電源部 1 8 (直流電源部) が接続されている。静電吸着用 DC 電源部 1 8 を駆動することにより、第 1 電極 3 の表面には、負電荷が蓄積される。そしてこの状態で高周波電源部 1 7 を駆動して処理室 2 内にプラズマを発生させることにより、第 1 電極 3 上に載置されたシリコンウェハ 6 と接地部 1 9 とを接続する直流回路が処理室 2 内のプラズマを介して形成され、これにより、第 1 電極 3、RF フィルタ 1 5、静電吸着用 DC 電源部 1 8、接地部 1 9、プラズマ、シリコンウェハ 6 を順次結ぶ閉じた直流回路が形成され、シリコンウェハ 6 には正電荷が蓄積される。

#### 【0036】

そして第 1 電極 3 に蓄積された負電荷とシリコンウェハ 6 に蓄積された正電荷との間にはクーロン力が作用し、このクーロン力によってシリコンウェハ 6 は誘電体としての保護テープ 6 a を介して第 1 電極 3 に保持される。このとき、RF フィルタ 1 5 は、高周波電源部 1 7 の高周波電圧が静電吸着用 DC 電源部 1 8 に

直接印加されることを防止する。第1電極3，静電吸着用DC電源部18は、板状基板であるシリコンウェハ6を第1電極に静電吸着によって保持する静電吸着手段となっている。なお、静電吸着用DC電源部18の極性は正負逆でもよい。

#### 【0037】

次に第2電極4の詳細構造について説明する。第2電極4は、中央の電極部4aと電極部4aを囲んで外周部に張り出して設けられた絶縁体からなる張出部4fを備えた構成となっている。張出部4fの外形は第1電極3よりも大きく、第1電極3よりも外側に広がった形状で配置されている。第2電極4の下面中央部には、ガス吹出部4eが設けられている。ガス吹出部4eは、放電空間2bにおいてプラズマ放電を発生するためのプラズマ発生用ガスを供給する。ガス吹出部4eは、内部に多数の微細孔を有する多孔質材料を円形の板状に加工した部材であり、ガス滞留空間4g内に供給されたプラズマ発生用ガスを、これらの微細孔を介して放電空間2b内に満遍なく吹き出させて均一な状態で供給する。

#### 【0038】

支持部4b内には、ガス滞留空間4gに連通するガス供給孔4cが設けられており、ガス供給孔4cは開閉バルブ20を介してプラズマ発生用ガス供給部21に接続されている。開閉バルブ20を開にした状態でプラズマ発生用ガス供給部21を駆動することにより、フッ素系ガスを含んだプラズマ発生用ガスがガス吹出部4eより放電空間2b内に供給される。

#### 【0039】

また第2電極4には冷却用の冷媒流路4dが設けられており、冷媒流路4dは冷却機構10と接続されている。冷却機構10を駆動することにより、冷媒流路4d内を冷却水などの冷媒が循環し、これによりプラズマ処理時に発生した熱によって昇温した第2電極4が冷却される。

#### 【0040】

図3に示すように、処理室2の側面には、処理対象物の出し入れ用の開口部1bが設けられている（図5も参照）。開口部1bの外側には開閉機構23によって昇降する扉22が設けられており、扉22を昇降させることにより開口部1bが開閉される。図4は、扉22を下降させて開口部1bを開放した状態でシリコ

ンウェハ 6 を出し入れする状態を示している。昇降機構 24 により第 2 電極 4 を上昇させて第 1 電極 3 上に搬送用のスペースを確保した状態で、アーム 25a に保持された吸着ヘッド 25 を開口部 1b を介して処理室 2 内に進入させることにより、シリコンウェハ 6 の出し入れが行われる。上記構成に示すように、排気空間 2a が広く確保できるような構成とすることにより、第 2 電極 4 を上昇させる際の電極間距離を広く確保することができ、処理対象物の出し入れ操作を容易に行うことができる。

#### 【0041】

ここで、図 5 を参照して、処理室 2、第 1 電極 3 および第 1 電極 3 上に載置されるシリコンウェハ 6、第 2 電極 4 の相互の平面位置関係について説明する。図 5 は、真空チャンバ 1 を水平方向に輪切りにした状態を示しており、図 5 に示す同心円は、外側から順に処理室 2（真空チャンバ 1）の内面 2c、第 2 電極 4 の外側面 4h（図 6 参照）、第 1 電極 3 の外側面 3h、シリコンウェハ 6 の外形位置を示す境界線 P1、第 1 電極 3 の上面における境界線 P2 を示している。

#### 【0042】

図 5 から判るように、処理室 2 および第 2 電極 4 は略円筒形であり、したがって処理室 2 の内面 2c と第 2 電極 4 の外側面 4h との間に形成された空間 S1 は、2 つの同心円筒面に挟まれた円筒を開口部 1b によって部分的に切り欠いた略円筒形状となっている。

#### 【0043】

次に、放電空間 2b 内のガスを外周方向へ導くガス流路と、導かれたガスを排気空間 2a に排気するガス排気路について説明する。図 6 に示すように、第 2 電極 4 が下降した状態では、処理室 2（真空チャンバ 1）の内面と第 2 電極 4 の張出部 4f の側面 4h との間には、第 2 電極 4 の全周にわたって略均一な隙間 G1 を有する形状の空間 S1 が形成される。この空間 S1 は、放電空間 2a 内のガスを排気空間 2b へ排気するガス排気路として機能する。

#### 【0044】

また、張出部 4f の下面と第 1 電極 3 の周囲に設けられた絶縁体 5A の上面との間には、第 2 電極 4 の全周にわたって略均一な隙間 G2 を有する形状の空間 S



2が形成される。この空間S2は、ガス吹出部4eから放電空間2b内に供給されたプラズマ発生用ガスや、プラズマ放電によって生成された反応ガスを外周方向に導くガス流路として機能する。

#### 【0045】

ここで、上記隙間G1、G2はともに、排気空間2aの高さ方向の最大寸法H（図3参照）よりも狭くなるように、各部寸法が設定されている。これにより、ガスの流れやすさを示すコンダクタンスで比較した場合、ガス排気路としての空間S1、ガス流路としての空間S2におけるコンダクタンスを、排気空間2aにおけるコンダクタンスよりも小さくすることができる。

#### 【0046】

減圧下にある処理室2内におけるプラズマ発生用ガスの流れ状態は、ガス分子の平均自由行程が大きい分子流の状態となっており、この分子流状態においてはコンダクタンスは圧力とは無関係にその空間の壁面間距離の3乗に比例する。したがって、前記の寸法Hに対してG1、G2が小さければ小さいほど、空間S1、S2におけるコンダクタンスは排気空間2aにおけるコンダクタンスよりも小さくなる。すなわち、減圧下で行われるプラズマ処理において、空間S1、S2内におけるガスの流れと比較して、排気空間2a内においてガスはより流れやすくなっている。

#### 【0047】

したがって、プラズマ処理時に放電空間2b内のガスを排気ポート1aを介して排気する際に、空間S1から排気空間2a内に流入したガスはコンダクタンスが大きいことから速やかに排気ポート1aを介して排出され、排気空間2a内におけるガスの流動状態の分布に大きなばらつきが生じない。このため、空間S1から排気空間2a内に流入するガスについては、第2電極4の全周にわたってほぼ均一な流入状態が実現される。また、空間S2内のガスが空間S1内に流入する際においても同様に、第2電極4の全周にわたってほぼ均一な流れが実現される。これにより、放電空間2b内におけるガスの状態が均一化され、プラズマ処理によるエッチング分布を均一化することが可能となっている。

#### 【0048】

このプラズマ処理装置は上記のように構成されており、以下プラズマ処理方法について各図を参照しながら説明する。このプラズマ処理は、表面に絶縁層としての保護テープ6 aを有するシリコンウェハ6を第1電極3の上面に静電吸着によって保持した状態で、且つこの第1電極3を冷却しながらプラズマ処理を行うものである。

#### 【0049】

まず処理対象物であるシリコンウェハ6が処理室2内に搬送され、第1電極3上に載置される。この後開口部1 bが閉じられ、真空吸着ポンプ12を駆動することにより、吸着孔3 e、吸引孔3 cを介して真空吸引し、シリコンウェハ6は第1電極3の上面3 gに密着した状態で真空吸着により保持される。

#### 【0050】

次いで真空排気部8を駆動して処理室2内を真空排気した後、プラズマ発生用ガス供給部21によってプラズマ発生用ガスが処理室2内に供給される。そしてこの後、静電吸着用DC電源部18を駆動してDC電圧を印加し、高周波電源部17を駆動してプラズマ放電を開始する。これにより放電空間2 bにはプラズマが発生し、シリコンウェハ6を対象としたプラズマ処理が行われる。このプラズマ処理においては、第1電極3とシリコンウェハ6との間には静電吸着力が発生し、シリコンウェハ6は第1電極3に静電吸着力により保持される。

#### 【0051】

この静電吸着においては、図2に示すようにシリコンウェハ6の保護テープ6 aの中央部Dを第2電極3の上面中央部Aに接触させ、保護テープ6 aの外縁部Eを第2電極3の上面周辺部Bの絶縁被覆層3 fに接触させて載置する。そして主に保護テープ6 aの中央部Dを静電吸着を行うための誘電体として利用してシリコンウェハ6を上面中央部Aで静電吸着するとともに、保護テープ6 aの外縁部Eを絶縁被覆層3 fに密着させることにより、プラズマと第1電極3の上面中央部Aとの間を絶縁する。

#### 【0052】

この後、ガスライン切り替え開閉機構11を駆動して真空吸着をOFFし、バックHe導入が行われる。すなわち、真空吸引によるシリコンウェハ6の第1電

極 3 への保持を解除した後に、He ガス供給部 14 から伝熱用のヘリウムガスを吸引孔 3 b を介して供給し、吸着孔 3 e 内に充填する。このプラズマ処理においては、第 1 電極 3 は冷却機構 10 によって冷却されており、プラズマ処理によって昇温したシリコンウェハ 6 の熱を伝熱性に富む気体であるヘリウムガスを介して第 1 電極 3 に伝達することにより、シリコンウェハ 6 の冷却が効率よく行われる。

#### 【0053】

そして所定のプラズマ処理時間が経過して放電を終了したならばバック He を停止し、真空吸着を再び ON する。これにより、プラズマ放電が終了することにより消失した静電吸着力に替えて、真空吸着力によってシリコンウェハ 6 が第 1 電極 3 に保持される。

#### 【0054】

この後、静電吸着用 DC 電源部 18 を停止して DC 電圧を OFF にし、大気開放機構 9 を駆動して処理室 2 内の大気開放を行う。この後、再びガスライン切り替え開閉機構 11 を駆動して真空吸着を OFF し、次いでウェハブローを行う。すなわちチッソガスを吸引孔 3 c を介して供給して吸着孔 3 e から噴出させ、シリコンウェハ 6 を第 1 電極 3 から離脱させる。そして開口部 1 b を開状態にし、シリコンウェハ 6 を処理室 2 の外部に搬送したならば、ウェハブローを OFF し、プラズマ処理の 1 サイクルを終了する。

#### 【0055】

なお、上記実施形態における第 1 電極 3 の外縁部および絶縁被覆層 3 f の形状を、図 7 (b) に示すような形状に変更しても良い。図 7 (a) は、図 1 ~ 図 6 における第 1 電極 3 の外縁部および絶縁被覆層 3 f を対比のために示しており、図 7 (b) は、形状が変更された第 1 電極 103、絶縁被覆層 103 f を示している。

#### 【0056】

変更後の形状においては、第 1 電極 103 の外径 D3 は、図 7 (a) に示す第 1 電極 3 の外径 D2 よりも小さく設定されており、さらに第 1 電極 103 の外縁部の上面は R 加工されている。そして絶縁被覆層 103 f は、図 7 (a) におけ

る境界線 P 2 と同じ位置から外側の範囲に形成され、R 加工された外縁部を覆うとともに第 1 電極 103 の外側面の上部を覆って形成されている。これにより、図 7 (a) に示す例と同様にプラズマ処理時における異常放電が防止される。また、絶縁被覆層 103 f は R 形状となっていることから、クラックが発生しにくい形状となっている。

#### 【0057】

上記構成を採用することにより、上記効果を確保しつつ第 1 電極 103 の外径 D 3 を図 7 (a) に示す外径 D 2 と比較して小さくすることができ、同一径 D 1 のシリコンウェハを対象として、第 1 電極のコンパクト化が実現される。これにより、同一高周波電源出力でプラズマ処理を行った場合に、処理対象のシリコンウェハ 6 上でのプラズマ密度を向上させてより高速のエッチングを行うことができるとともに、真空チャンバ 101 の外形サイズ B 2 を、図 7 (a) に示す真空チャンバ 1 の外形サイズ B 1 と比較して小型化することができ、装置のコンパクト化が実現される。

#### 【0058】

上記説明したように、本実施の形態のプラズマ処理装置は、絶縁層としての保護テープ 6 a が貼着されたシリコンウェハ 6 を静電吸着によって保持する第 1 電極 3 の上面を、導電体が上面に露呈した上面中央部 A と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部 B で構成している。

#### 【0059】

このため、静電吸着によってシリコンウェハ 6 を保持する際には、上面中央部 A によって導電体を直接シリコンウェハ 6 に接触させて、シリコンウェハ 6 を十分な静電保持力で保持するとともに、シリコンウェハ 6 の保護テープ 6 a を第 1 電極 3 の導電体に密着させて冷却効率を向上させることができる。これにより、シリコンウェハ 6 や保護テープ 6 a の熱ダメージを防止するとともに、高エッチングレートの効率の良いプラズマ処理を実現することができる。

#### 【0060】

さらに上記構成では、放電空間 2 b 内のプラズマとの間で異常放電が発生しや

すい第1電極3の外縁部を絶縁被覆層3fで覆うとともに、絶縁被覆層3fの内周端が必ずシリコンウエハ6で覆われるように寸法を設定していることから、プラズマ処理時の異常放電を防止して装置の安定稼動を実現できる。

#### 【0061】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、基板を静電吸着によって保持する電極の上面を、基板の外形位置よりも所定幅だけ内側の境界線から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部と、この上面中央部を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層によって覆われた上面外周部で構成することにより、基板を十分な静電保持力で保持するとともに、基板を電極に密着させて基板の冷却効率を向上させることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の側断面図

##### 【図2】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の第1電極の側断面図

##### 【図3】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の側断面図

##### 【図4】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の側断面図

##### 【図5】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の平断面図

##### 【図6】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の部分断面図

##### 【図7】

本発明の一実施の形態のプラズマ処理装置の部分断面図

##### 【符号の説明】

- 1 真空チャンバ
- 2 処理室

3 第 1 電極

3 f 絶縁被覆層

4 第 2 電極

6 シリコンウェハ

8 真空排気部

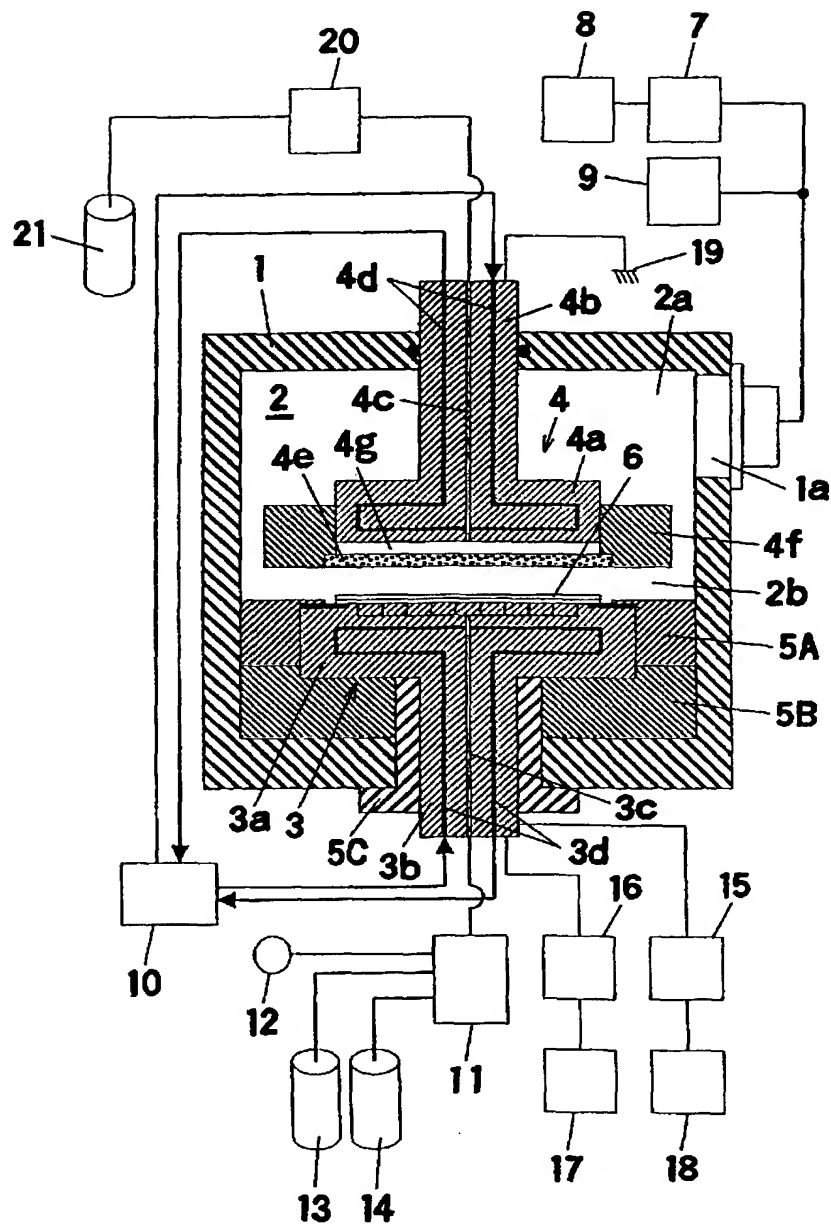
1 7 高周波電源部

1 8 静電吸着用 D C 電源部

【書類名】

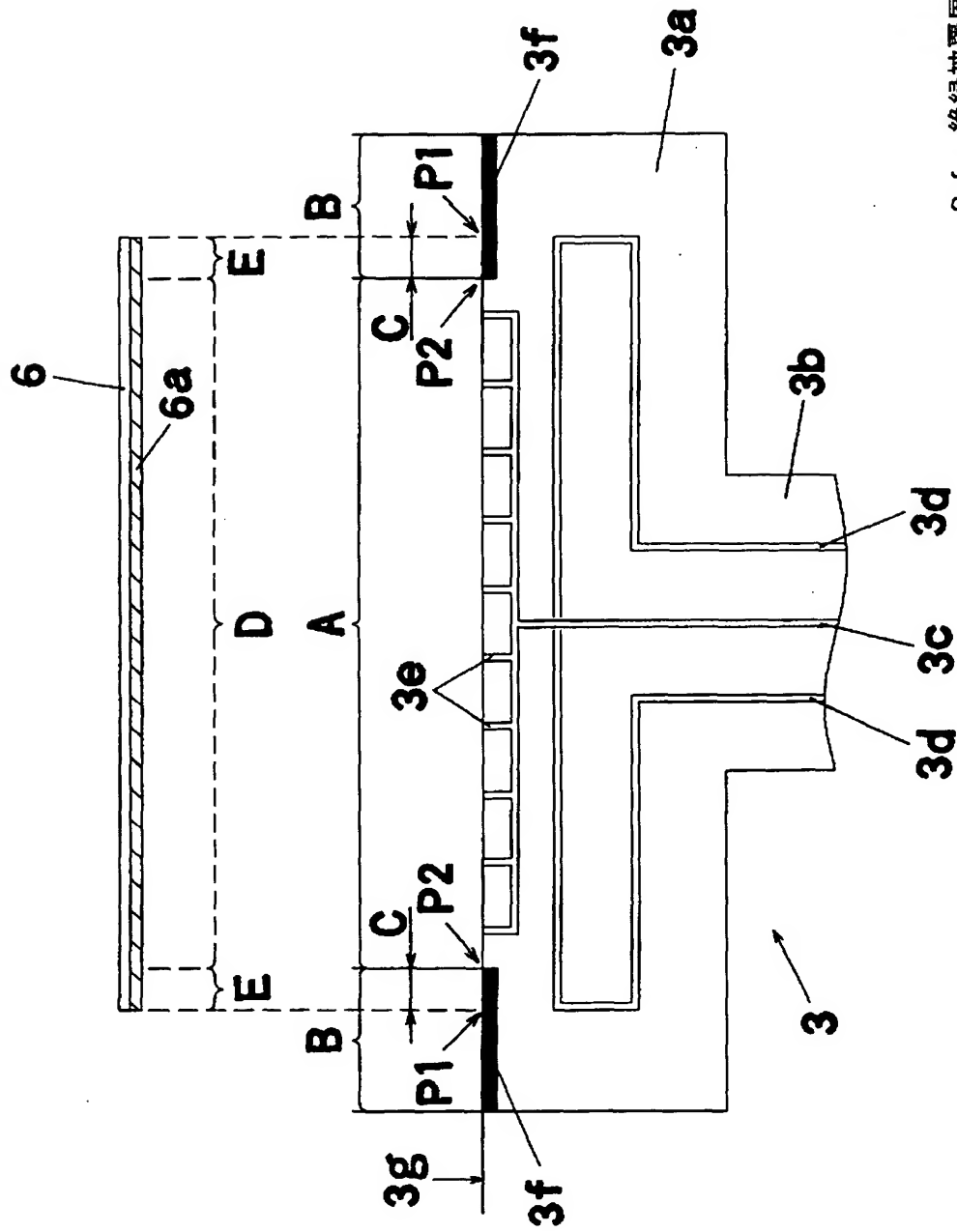
図面

【図 1】



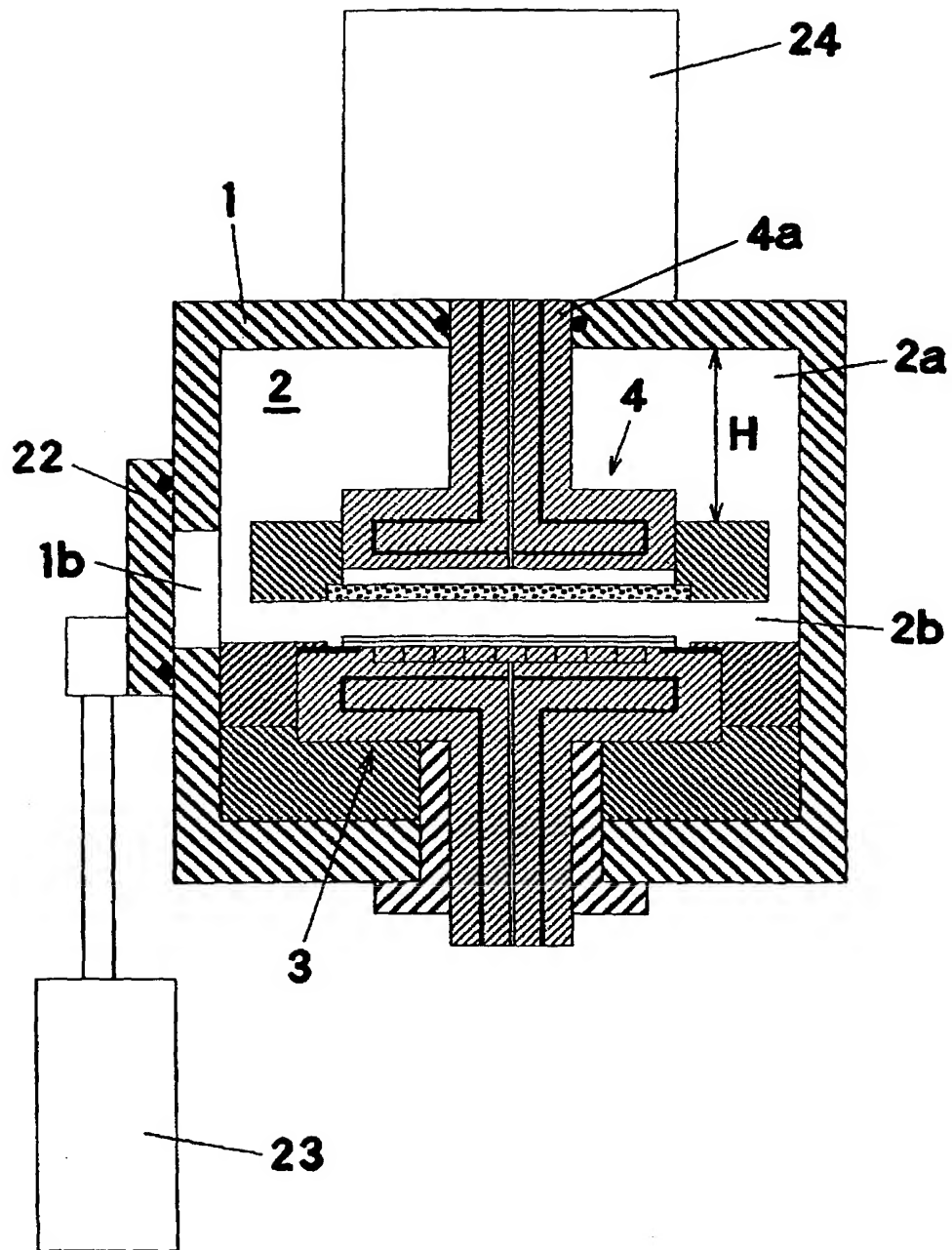
- |          |               |
|----------|---------------|
| 1 真空チャンバ | 6 シリコンウェハ     |
| 2 処理室    | 8 真空排気部       |
| 3 第1電極   | 17 高周波電源部     |
| 4 第2電極   | 18 静電吸着用DC電源部 |

【図2】

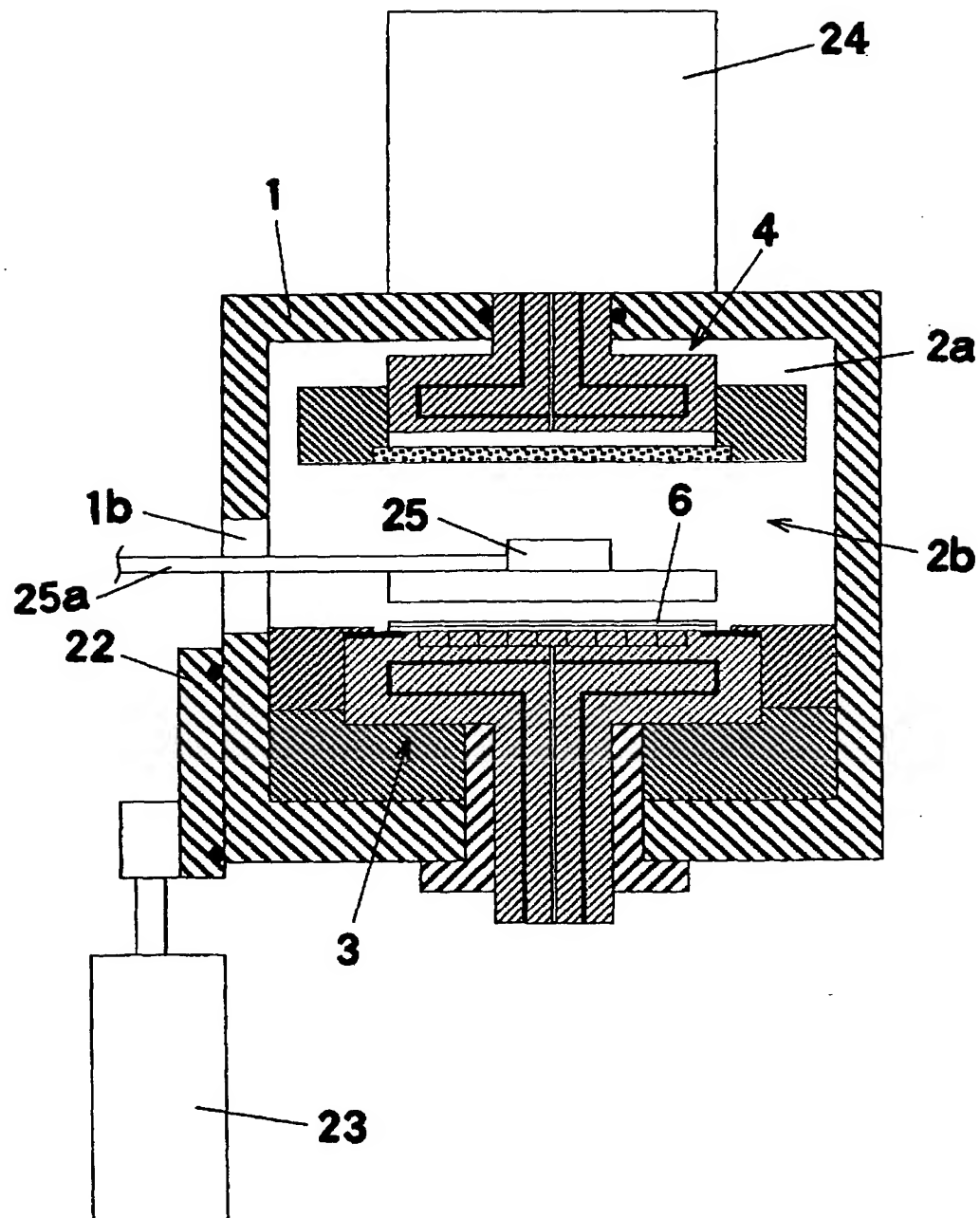




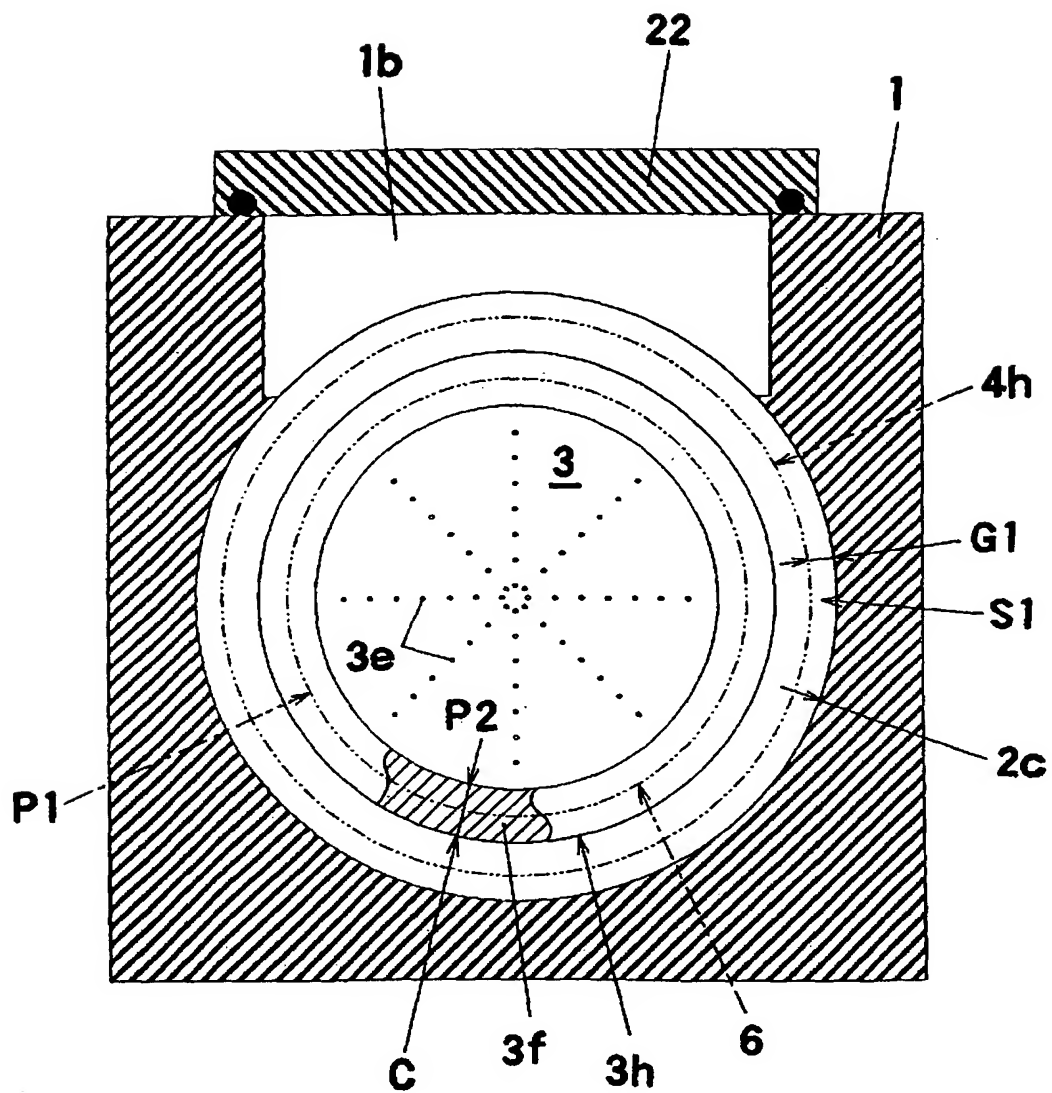
【図 3】



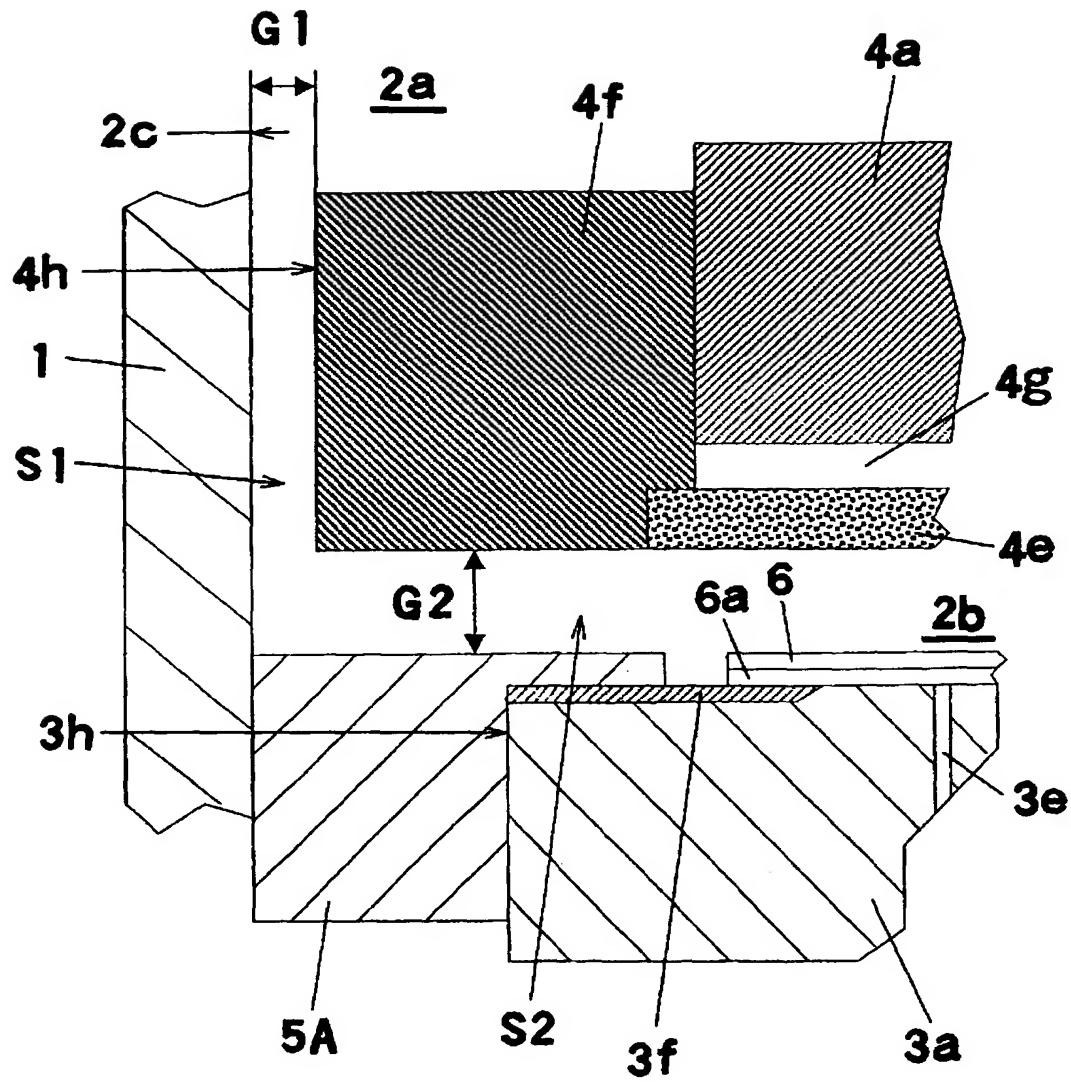
【図 4】



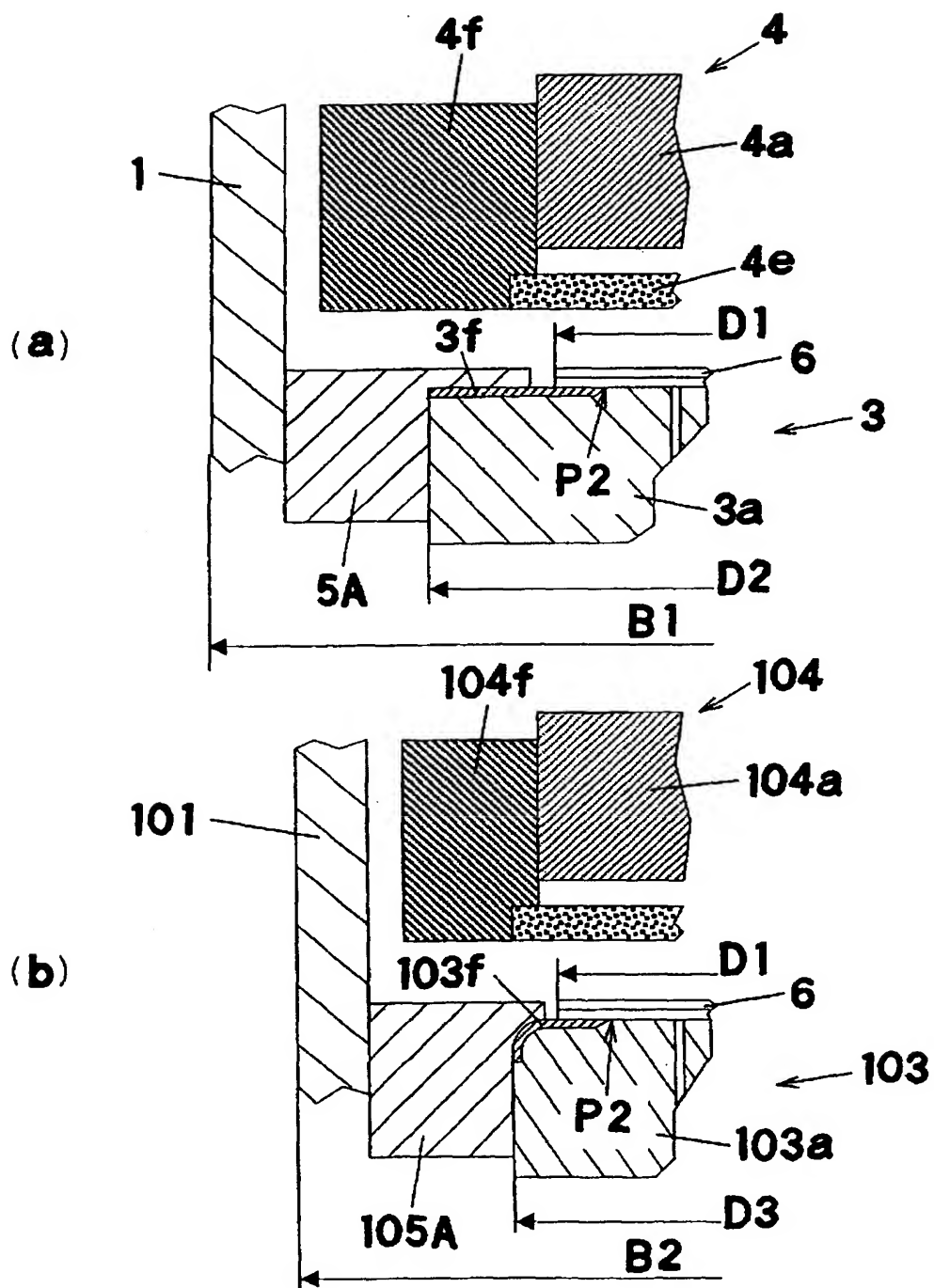
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体基板を十分な静電保持力で保持するとともに、半導体基板の冷却効率を向上させることができるプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 保護テープ 6 a が貼着されたシリコンウェハ 6 を第 1 電極 3 上に静電吸着によって保持し且つ冷却しながらプラズマ処理するプラズマ処理装置において、第 1 電極 3 の上面 3 g を、シリコンウェハ 6 の外形位置 P 1 よりも所定幅だけ内側の境界線 P 2 から内側に設けられ導電体が上面に露呈した上面中央部 A と、この上面中央部 A を環状に取り囲んで設けられ導電体が絶縁被覆層 3 f によって覆われた上面外周部 B で構成する。これにより、シリコンウェハ 6 を直接導電体に接触させて、十分な静電保持力で保持するとともにシリコンウェハ 6 から第 1 電極 3 への伝熱による冷却効率を向上させることができる。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 0 9 0 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社